

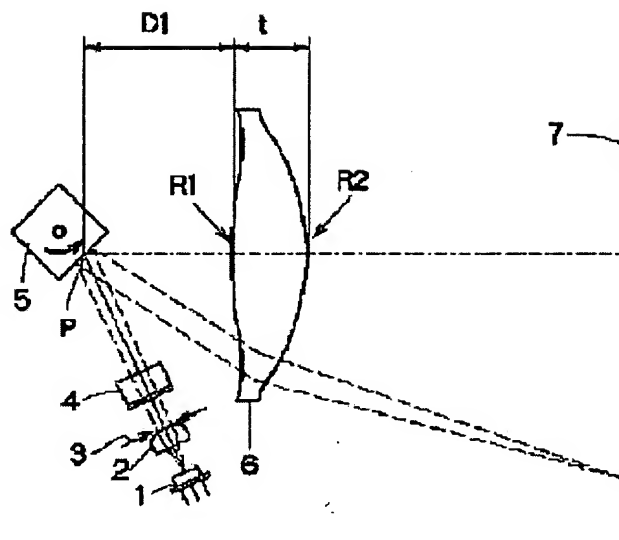
OPTICAL SCANNER

Patent number: JP10090620
Publication date: 1998-04-10
Inventor: SAITO HIROSHI
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: G02B26/10; G02B26/10; G02B13/00; G02B13/18
 - european:
Application number: JP19960261307 19960910
Priority number(s):

Abstract of JP10090620

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a high performance and inexpensive $f\&\theta$ lens by using a plastic lens having a low refractive index consisting of a single lens.

SOLUTION: A light beam outgoing from a laser light source 1 is guided onto a rotary polygon mirror 5 through an optical system, and is guided onto a surface 7 to be scanned through the $f\&\theta$ lens 6 after it is reflected and deflected by the rotary polygon mirror 5 to be optical scanned on the surface 7 to be scanned. The $f\&\theta$ lens 6 is constituted of a sheet of plastic $f\&\theta$ lens 6. The $f\&\theta$ lens 6 is constituted so that the optical axial vicinity of the main scan direction in a deflection surface is made a both side aspherical shape being a both convex shape, and the sub-scan direction in the direction vertical to the deflection surface is made a meniscus shape turning a concave surface in the deflective direction, and at least one surface in the curvature of the sub-scan direction is made so that the radius of curvature is changed asymmetrically continuously for the center of the $f\&\theta$ lens 6.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

Family list

2 family member for:

JP10090620

Derived from 1 application.

[Back to JP10090620](#)

1 OPTICAL SCANNER

Publication info: **JP3486508B2 B2** - 2004-01-13

JP10090620 A - 1998-04-10

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90620

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) IntCl.⁶

G 0 2 B 26/10

識別記号

1 0 3

F I

G 0 2 B 26/10

E

1 0 3

13/00

13/00

13/18

13/18

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-261307

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月10日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 齋藤 博

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

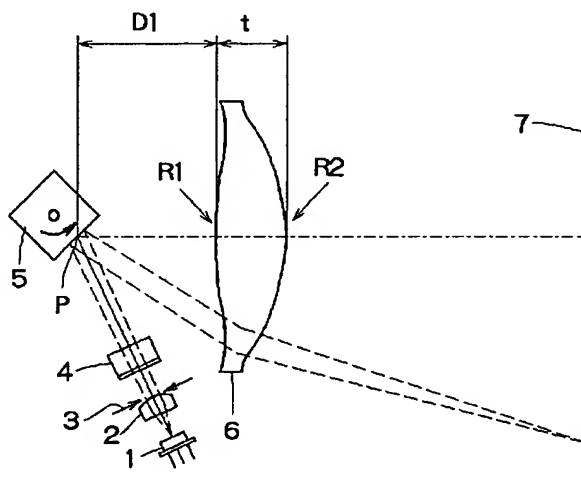
(74) 代理人 弁理士 日比谷 征彦

(54) 【発明の名称】 光走査光学装置

(57) 【要約】

【目的】 単レンズから成る低屈折率のプラスチックレンズを用いて高性能で低コストの $f\theta$ レンズを実現する。

【構成】 レーザー光源1から射出した光ビームを光学系を介して回転多面鏡5上導光し、回転多面鏡5で反射偏向させた後に $f\theta$ レンズ6を介して被走査面7上に導光し、被走査面7上を光走査 $f\theta$ レンズ6は1枚のプラスチックの $f\theta$ レンズ6で構成し、 $f\theta$ レンズ6は偏向面内の主走査方向の光軸近辺は両凸形状である両側非球面形状とし、偏向面と垂直方向の副走査方向は偏向方向に凹面を向けたメニスカス形状とし、副走査方向の曲率は少なくとも1面は $f\theta$ レンズ6の中心に対して非対称に連続的に曲率半径が変化するようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源手段から射出した光ビームを光学系を介して偏向手段に導光し、該偏向手段で反射偏向させた後に結像手段を介して被走査面上に導光し、該被走査面上を光走査する光走査光学装置において、前記結像手段は1枚のプラスチックレンズで構成し、該レンズは偏向面内の主走査方向の光軸近辺は両凸形状である両側非球面形状とし、前記偏向面と垂直方向の副走査方向は偏向方向に凹面を向けたメニスカス形状とし、副走査方向の曲率は少なくとも1面は前記レンズ中心に対して非対称に連続的に曲率半径が変化することを特徴とする光走査光学装置。

【請求項2】 主走査方向に関しては、前記偏向手段から前記結像手段に略平行光で入射した光束を前記被走査面上に結像させるものであり、副走査方向に関しては、前記偏向手段の偏向点と前記被走査面とを光学的に概略共役関係とし、光学的横倍率 β を $-4 < \beta < -2$ とした請求項1に記載の光走査光学装置。

【請求項3】 前記レンズの中心厚を t 、前記偏向手段の偏向点と前記結像手段の偏向側までの距離を $D1$ としたとき、 $0.3 < t/D1 < 0.45$ を満足するようにした請求項1に記載の光走査光学装置。

【請求項4】 前記レンズの副走査方向の曲率は、両面共にレンズ中心に対して連続的に曲率半径が変化し、前記レンズの光軸から離れるに従って両面共に曲率半径の絶対値を小さくした請求項1に記載の光走査光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、結像手段として非球面の所謂 $f\theta$ レンズを有する走査光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の光走査光学装置は、特公昭62-36210号公報、特公平2-21565号公報、特開平4-50908号公報等において開示されているように、回転多面鏡により等角速度で偏向走査された光ビームを、結像手段として被走査面上で等速に移動する光スポットに変換する $f\theta$ レンズを用いているのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上述の従来例では、例えば特公昭62-36210号公報では、2枚構成でありかつトリックレンズと呼ばれる回転非対称のガラスレンズを使用しているために装置が高価である。また、特公平2-21565号公報では像面湾曲が大きいために、広角の範囲で均一のスポット径を得ることが難しい。また、特開平4-50908号公報ではレンズが複雑な形状をしているために、画角により像面側の射出Fナンバーの差が大きく、走査領域内でスポット径が変化してしまうという問題点がある。

【0004】 本発明の目的は、上記問題点を解消し、結像手段を光学的に高性能を保ちながら、型成形で製作可能な安価な光走査光学装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明に係る光走査光学装置は、光源手段から射出した光ビームを光学系を介して偏向手段に導光し、該偏向手段で反射偏向させた後に結像手段を介して被走査面上に導光し、該被走査面上を光走査する光走査光学装置において、前記結像手段は1枚のプラスチックレンズで構成し、該レンズは偏向面内の主走査方向の光軸近辺は両凸形状である両側非球面形状とし、前記偏向面と垂直方向の副走査方向は偏向方向に凹面を向けたメニスカス形状とし、副走査方向の曲率は少なくとも1面は前記レンズ中心に対して非対称に連続的に曲率半径が変化することを特徴とする。

【0006】

【作用】 上述の構成を有する光走査光学装置は、低屈折率でも性能が得られる条件として、結像手段のレンズ形状が母線走査断面の中心部曲率が両凸面、母線が両非球面、視線断面形状として偏向器側に凹面を向けたメニスカス形状で、少なくとも2面の内の1面の子線曲率が光軸に対して非対称に変化するように設定し、線膨張係数が大きくとも使用可能にする。

【0007】

【実施例】 本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1は実施例の走査光学装置の偏向走査面内の各要素の構成を示している。1は半導体レーザー光源であり、この光源1の出射方向にはコリメータレンズ2、絞り3、シリンダリカルレンズ4、モータにより回転駆動されるポリゴンミラーから成る回転多面鏡5が配置され、回転多面鏡5による偏向方向には $f\theta$ 特性を有する $f\theta$ レンズ6、感光ドラム等の被走査面7が設けられている。

【0008】 半導体レーザー光源1から射出された光ビームは、コリメータレンズ2を通過することによりその発散性が略平行光に変換される。この平行光は開口絞り3を通過することにより、そのビーム径が調整されシリンダリカルレンズ4を通過する。このシリンダリカルレンズ4は走査断面に関しては屈折力を有せず、副走査断面のみに屈折力を有している。

【0009】 従って、図1の走査断面においてはシリンダリカルレンズ4を通過した光ビームは平行光のまま、回転多面鏡5に入射する。回転多面鏡5はモータにより高速に等角速度で回転しており、入射した光ビームは高速に繰り返し偏向走査されることになる。偏向走査された光ビームは平行光の状態、 $f\theta$ レンズ6によりその光ビームの集光作用と走査速度一定になるような補正が加えられ、被走査面7上に微小なスポットとして結像走査される。

【0010】図2は光軸を含む偏向走査の副走査面を示している。シリンドリカルレンズ4はこの断面内においては屈折力を有しており、光ビームはシリンドリカルレンズ4を通過することにより、回転多面鏡5の偏向点Pにはぼ結像される。結像された光ビームは偏向面Pで反射され、fθレンズ6を通過することにより被走査面7に至る。偏向点Pと被走査面7間は副走査面に関してfθレンズ6により光学的な共役関係になっており、所謂倒れ補正光学系が構成されている。

【0011】ここで、fθレンズ6はプラスチック製の回転非対称形状の単レンズであり、その屈折率nは使用波長780nmにおいて1.519である。また、図1に示す主走査断面において、光軸近辺は両凸形状の両面非球面形状とされている。更に、副走査方向に関しては、図2に示すような回転多面鏡5側に凹面に向けたメニスカス形状をしており、副走査方向における回転多面鏡5側の曲率はR1で一定であるが、被走査面7側の曲率R2に関してはfθレンズ6の光軸に対して長手方向に関して非対称に曲率半径が変化している。

【0012】また、回転多面鏡5の偏向点Pとfθレンズ6の距離をD1、fθレンズ6の中心厚をt、走査断面の光軸近傍の曲率半径を回転多面鏡5側をR1a、被走査面7側をR2a、副走査断面の光軸における曲率半径を回転多面鏡5側をR1b、被走査面7側をR2bとし、R1面の面形状の式のタイプをT、R2面の面形状の式のタイプをST2と定義すると、それぞれの面の形状式は次のような形で示される。

【0013】なお、fθレンズ6と光軸との交点を原点とし、光軸方向をX軸、主走査面内において光軸と直交する軸をY軸、副走査面内において光軸と直交する軸をZ軸とする。

【0014】非球面形状

《タイプTの場合》(第1実施例の場合のR1面)

母線(走査断面)形状は図3に示すように光軸Xに対称である。fθレンズ6の主走査方向と対応する母線方向の非球面関数を次式とする。

$$X = (Y^2 / R2a) / [1 + \{1 - (1 + Ky) \cdot (Y / R2a)^2\}^{1/2} + B4Y^4 + B6Y^6 + B8Y^8 + B10Y^{10}]$$

ただし、Ky、B4、B6、B8、B10は非球面係数である。また、副走査方向と対応する子線方向の曲率半径はR2bで一定である。

【0015】《タイプST2の場合》(第2実施例の場合のR2面)

母線形状は図4に示すように光軸Xに対し非対称である。

$$X_u = (Y^2 / R1a) / [1 + \{1 - (1 + Ky_u) \cdot (Y / R1a)^2\}^{1/2} + B4_u Y^4 + B6_u Y^6 + B8_u Y^8 + B10_u Y^{10}]$$

$$X_L = (Y^2 / R1a) / [1 + \{1 - (1 + Ky_L) \cdot (Y / R1a)^2\}^{1/2} + B4_L Y^4 + B6_L Y^6 + B8_L Y^8 + B10_L Y^{10}]$$

子線曲率半径は光軸に対して非対称に変化する。

$$r_u' = R1b (1 + D2_u Y^2 + D4_u Y^4 + D6_u Y^6 + D8_u Y^8 + D10_u Y^{10})$$

$$r_L' = R1b (1 + D2_L Y^2 + D4_L Y^4 + D6_L Y^6 + D8_L Y^8 + D10_L Y^{10})$$

なお、 X_u はY(+)におけるX座標、 X_L はY(-)におけるX座標、 r_u' はY(+)における子線の曲率半径、 r_L' はY(-)における子線の曲率半径である。また、 Ky_u 、 $B4_u$ 、 $B6_u$ 、 $B8_u$ 、 $B10_u$ 、 Ky_L 、 $B4_L$ 、 $B6_L$ 、 $B8_L$ 、 $B10_L$ は非球面係数であり、 $D2_u$ 、 $D4_u$ 、 $D6_u$ 、 $D8_u$ 、 $D10_u$ 、 $D2_L$ 、 $D4_L$ 、 $D6_L$ 、 $D8_L$ 、 $D10_L$ は曲率半径の変化を与える係数である。

【0016】次に、第1実施例の実際の数値を表1に示す。

【0017】

表1

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 実施例 | 1 |
| D1 | 40 |
| t | 15 |
| n | 1.519 |
| R1a | 220 |
| R2a | -117.68 |
| R1b | -31.179 |
| R2b | -14.493 |
| R1非球面タイプ | T |
| R2非球面タイプ | ST2 |
| タイプST2 ky | 0.000 |
| 非球面係数B4u | $-5.235 \cdot 10^{-7}$ |
| B6u | $-8.617 \cdot 10^{-11}$ |
| B8u | $1.843 \cdot 10^{-14}$ |
| B10u | $8.481 \cdot 10^{-18}$ |
| ky1 | 対称 |
| B4l | 対称 |
| B6l | 対称 |
| B8l | 対称 |
| B10l | 対称 |
| D2u | $-1.128 \cdot 10^{-5}$ |
| D4u | $-4.645 \cdot 10^{-8}$ |
| D6u | $1.805 \cdot 10^{-11}$ |
| D8u | $-4.523 \cdot 10^{-15}$ |
| D2l | $-2.515 \cdot 10^{-5}$ |
| D4l | $-3.125 \cdot 10^{-8}$ |
| D6l | $9.689 \cdot 10^{-12}$ |
| D8l | $-2.456 \cdot 10^{-15}$ |
| タイプT ky | 0.000 |
| 非球面係数B4 | $-1.190 \cdot 10^{-6}$ |
| B6 | $3.185 \cdot 10^{-10}$ |
| B8 | $-2.937 \cdot 10^{-14}$ |
| B10 | $3.243 \cdot 10^{-19}$ |
| d1/f | 0.267 |
| t/d1 | 0.375 |
| (-R1a/R2a) | 1.869 |
| R1b/R2b | 2.151 |
| t/f | 0.100 |
| (-R2b/f) | 0.097 |
| f θ レンズの主走査面内の焦点距離 f | 150.00 |
| β 副走査面内の横倍率 | -2.81 |

【0018】更に、主走査方向及び副走査方向の像面湾曲を図5、歪曲特性(f θ 特性)を図6に示す。この図6から分かるように収差は良好に補正されている。

【0019】f θ レンズ6を安価に製作するために、材料を光学プラスチックで考えると、ガラスの硝材に比べると屈折率が低いものしか存在しないために、光学収差

の補正が難しくなる。f θ レンズに使用する光学プラスチック材の屈折率が1.48~1.6程度の範囲でも、f θ レンズ6の光軸上の走査断面形状を両凸面にするにより、正の屈折力を両側に分担させることにより収差補正が良好となる。更に、両側を共に非球面とすることにより、単レンズで有効走査角度が $\pm 35^\circ$ 以上の範囲で主走査方向の像面湾曲を良好に補正することが可能となる。

【0020】また、副走査断面(子線)に関しては、回転多面鏡側に凹面を向けたメニスカス形状の正の屈折力のレンズ形状にすることにより、主平面の位置を被走査面7側に押しやることができ、共役倍率を比較的小さく設定ができるために、副走査方向の像面湾曲を小さくすることができる。

【0021】更に、偏向点Pが光軸に対して非対称に変化することによる副走査の像面湾曲を補正するために、少なくとも何れかの面の子線Rを光軸に対して非対称に変化させることにより、広画角において良好な性能を得ることが可能となる。偏向点Pと被走査面7間の副走査方向の横倍率に関しては、その絶対値が大きくなり過ぎると、副走査方向の残収差が大きくなったり、プラスチックの熱膨張による曲率変化や屈折率の温度変化によるピントずれ等の影響が大きくなり過ぎる。また、逆に小さくし過ぎると、f θ レンズ6の中心厚tが厚くなり過ぎたり、子線の曲率がつつくなり球面収差が大きくなり過ぎるので、横倍率 β は $-4 < \beta < -2$ に設定することが好ましい。

【0022】走査直線性のf θ 特性を良好に補正するためには、距離D1を或る程度大きく設定する必要があるが、あまり大きくするとf θ レンズ6の外形が大きくなり過ぎる。また、f θ レンズ6の肉厚が大きくなり過ぎると、プラスチックレンズの成形性に問題を生ずる。この良好な範囲は、 $0.18 < D1/f < 0.33$ 程度にすることが好ましい。

【0023】f θ レンズ6の外径に対して、中心厚tが薄くなると、f θ レンズ6の成形時に反りが発生して高精度のものが得られない。また、厚過ぎても成形時のひけが生じて高精度のものが得られないことになる。また、距離D1や焦点距離fに対して中心厚tが小さくなり過ぎると、主走査方向の像面湾曲の非対称性が大きくなってしまいう問題がある。この良好な範囲として、 $0.3 < t/D1 < 0.45$ 、 $0.06 < t/f < 0.12$

の範囲が好ましい。特に、走査角が $\pm 35^\circ$ 以上のものにこの条件式を適用するとその効果大きい。

【0024】曲率半径R1bとR2bに関しては、焦点距離fや曲率半径R1bに対して曲率半径R2bの絶対値が小さくなり過ぎると、型の加工上の難易度が上がってしまったり、球面収差が大きくなってしまいう問題が生ずる。また、逆に絶対値が大きくなり過ぎると、子線Rの

変化率が大きくなり過ぎ、型加工の難度が上ったり、像高の変化による副走査倍率の変化が大きくなってしまいうために、均一な被走査面でのスポットが得られ難くなる。従って、

$$0.06 < -R2b / f < 0.125$$

$$1.2 < R1b / R2b < 7.0$$

の範囲に設定することが好ましい。これにより、基本的な光学設定値及び製作誤差を総合的に考えると、高性能なレンズを得ることができる。

【0025】また、主走査方向の像面弯曲の非対称性を補正するためには、走査断面形状（母線形状）を非対称に設定することが考えられるが、この実施例ではレンズの長手方向にレンズを多少ずらすことにより、非対称成分を小さくすることを行っている。表1の非球面の項に

対称と記載している箇所は、光軸に対して母線形状が対称であることを意味している。

【0026】光軸上の母線の曲率半径R1a、R2aに関しては、その面の屈折力の比率が片寄ったりすると、軸外のfθ特性を非球面を使用しても、その補正が難しくなってくる。無理に非球面量で補正しようとする、主走査方向の像高におけるFナンバーが変化することになる。均一なスポット径を得易く、バランスの良い条件として、 $0.2 < -R1a / R2a < 3$ の範囲に設定することが好ましい。

【0027】表2は第2～第4実施例、表3は第5～第6実施例、表4は第8実施例のレンズ形状及びレンズ配置に関しての数値を示している。

【0028】

表2

| 実施例 | 2 | 3 | 4 |
|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| D1 | 30 | 35.844 | 39 |
| t | 10 | 15 | 15 |
| n | 1.519 | 1.519 | 1.519 |
| R1a | 95.192 | 182.046 | 195.732 |
| R2a | -411.888 | -132.139 | -125.891 |
| R1b | -12.164 | -51.885 | -83.468 |
| R2b | -9.149 | -15.378 | -17.061 |
| R1非球面タイプ | ST2 | ST2 | ST2 |
| R2非球面タイプ | T | T | T |
| タイプST2 kyu | 0.000 | -53.239 | -58.486 |
| 非球面係数B4u | $-5.242 \cdot 10^{-5}$ | $-6.242 \cdot 10^{-7}$ | $-5.908 \cdot 10^{-7}$ |
| B6u | $2.283 \cdot 10^{-9}$ | $6.034 \cdot 10^{-11}$ | $5.586 \cdot 10^{-11}$ |
| B8u | $-3.670 \cdot 10^{-13}$ | $2.559 \cdot 10^{-5}$ | $3.503 \cdot 10^{-5}$ |
| B10u | $2.002 \cdot 10^{-18}$ | $-1.341 \cdot 10^{-18}$ | $-2.300 \cdot 10^{-18}$ |
| kyl | 対称 | 対称 | 対称 |
| B4l | 対称 | 対称 | 対称 |
| B6l | 対称 | 対称 | 対称 |
| B8l | 対称 | 対称 | 対称 |
| B10l | 対称 | 対称 | 対称 |
| D2u | $1.137 \cdot 10^{-4}$ | $-4.035 \cdot 10^{-4}$ | $-5.564 \cdot 10^{-4}$ |
| D4u | $7.364 \cdot 10^{-7}$ | $6.079 \cdot 10^{-7}$ | $5.871 \cdot 10^{-7}$ |
| D6u | $-4.509 \cdot 10^{-10}$ | $-2.343 \cdot 10^{-10}$ | $-1.928 \cdot 10^{-10}$ |
| D8u | $2.382 \cdot 10^{-14}$ | $0.000 \cdot 10^0$ | $0.000 \cdot 10^0$ |
| D2l | $1.194 \cdot 10^{-4}$ | $-3.629 \cdot 10^{-4}$ | $-5.136 \cdot 10^{-4}$ |
| D4l | $6.168 \cdot 10^{-7}$ | $6.083 \cdot 10^{-7}$ | $5.929 \cdot 10^{-7}$ |
| D6l | $-4.397 \cdot 10^{-10}$ | $-2.398 \cdot 10^{-10}$ | $-2.035 \cdot 10^{-10}$ |
| D8l | $8.665 \cdot 10^{-14}$ | $0.000 \cdot 10^0$ | |
| タイプT ky | 0.000 | 3.123 | 3.192 |
| 非球面係数B4 | $-2.700 \cdot 10^{-6}$ | $-5.191 \cdot 10^{-7}$ | $-4.987 \cdot 10^{-7}$ |
| B6 | $-1.554 \cdot 10^{-10}$ | $-2.030 \cdot 10^{-11}$ | $1.566 \cdot 10^{-14}$ |
| B8 | $3.065 \cdot 10^{-13}$ | $-1.517 \cdot 10^{-14}$ | $-1.637 \cdot 10^{-14}$ |
| B10 | $1.770 \cdot 10^{-17}$ | $0.000 \cdot 10^0$ | $0.000 \cdot 10^0$ |
| D1/f | 0.200 | 0.239 | 0.260 |
| t/D1 | 0.333 | 0.418 | 0.385 |

| | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| (-R1a / R2a) | 0.231 | 1.378 | 1.555 |
| R1b / R2b | 1.330 | 3.374 | 4.892 |
| t / f | 0.067 | 0.100 | 0.100 |
| (-R2b / f) | 0.061 | 0.103 | 0.114 |
| f θ レンズの主走査面内の | | | |
| 焦点距離 f | 149.99 | 149.97 | 150.01 |
| β 副走査面内の横倍率 | -3.66 | -3.29 | -3.15 |

【0029】

表3

| 実施例 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| D1 | 45 | 40 | 36.38 |
| t | 15 | 15 | 15 |
| n | 1.519 | 1.519 | 1.519 |
| R1a | 299.537 | 220 | 185.599 |
| R2a | -103.372 | -117.68 | -130.391 |
| R1b | -40.042 | -31.179 | -58.736 |
| R2b | -16.047 | -14.493 | -15.787 |
| R1非球面タイプ | ST2 | ST2 | ST2 |
| R2非球面タイプ | T | T | T |
| タイプST2 kyu | 0.000 | 0.000 | -46.892 |
| 非球面係数B4u | $-5.120 \cdot 10^{-7}$ | $-1.190 \cdot 10^{-6}$ | $-6.897 \cdot 10^{-7}$ |
| B6u | $9.112 \cdot 10^{-11}$ | $3.185 \cdot 10^{-10}$ | $5.973 \cdot 10^{-11}$ |
| B8u | $-7.060 \cdot 10^{-15}$ | $-2.737 \cdot 10^{-14}$ | $4.617 \cdot 10^{-15}$ |
| B10u | $3.228 \cdot 10^{-20}$ | $3.243 \cdot 10^{-19}$ | $-2.046 \cdot 10^{-18}$ |
| ky1 | 対称 | 対称 | -5.952E+01 |
| B4l | 対称 | 対称 | $-5.615 \cdot 10^{-7}$ |
| B6l | 対称 | 対称 | $1.210 \cdot 10^{-11}$ |
| B8l | 対称 | 対称 | $4.081 \cdot 10^{-5}$ |
| B10l | 対称 | 対称 | $3.843 \cdot 10^{-19}$ |
| D2u | $1.633 \cdot 10^{-4}$ | $8.820 \cdot 10^{-5}$ | $-4.487 \cdot 10^{-4}$ |
| D4u | $3.476 \cdot 10^{-9}$ | $2.311 \cdot 10^{-7}$ | $6.070 \cdot 10^{-7}$ |
| D6u | $0.000 \cdot 10^0$ | $-1.636 \cdot 10^{-10}$ | $-2.222 \cdot 10^{-10}$ |
| D8u | $0.000 \cdot 10^0$ | $4.198 \cdot 10^{-14}$ | $0.000 \cdot 10^0$ |
| D2l | $1.633 \cdot 10^{-4}$ | $1.696 \cdot 10^{-4}$ | $-3.286 \cdot 10^{-4}$ |
| D4l | $3.476 \cdot 10^{-9}$ | $1.042 \cdot 10^{-14}$ | $4.430 \cdot 10^{-7}$ |
| D6l | $0.000 \cdot 10^0$ | $-7.248 \cdot 10^{-11}$ | $-1.515 \cdot 10^{-10}$ |
| D8l | $0.000 \cdot 10^0$ | $1.790 \cdot 10^{-14}$ | $0.000 \cdot 10^0$ |
| タイプT ky | 0.000 | 0.000 | 3.339 |
| 非球面係数B4 | $-1.814 \cdot 10^{-7}$ | $-5.235 \cdot 10^{-7}$ | $-5.022 \cdot 10^{-7}$ |
| B6 | $-4.171 \cdot 10^{-11}$ | $-8.617 \cdot 10^{-11}$ | $-1.054 \cdot 10^{-11}$ |
| B8 | $3.073 \cdot 10^{-15}$ | $1.843 \cdot 10^{-14}$ | $-2.573 \cdot 10^{-14}$ |
| B10 | $1.349 \cdot 10^{-18}$ | $8.481 \cdot 10^{-18}$ | $0.000 \cdot 10^0$ |
| D1/f | 0.300 | 0.267 | 0.243 |
| t/D1 | 0.333 | 0.375 | 0.412 |
| (-R1a / R2a) | 2.898 | 1.869 | 1.423 |
| R1b / R2b | 2.495 | 2.151 | 3.721 |
| t / f | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| (-R2b / f) | 0.107 | 0.097 | 0.105 |
| f θ レンズの主走査面内の | | | |
| 焦点距離 f | 149.98 | 150.00 | 150.00 |

【0030】

 β 副走査面内の横倍率

-2.65

-2.81

-3.29

表4

| | |
|------------|-------------------------|
| 実施例 | 8 |
| D1 | 40 |
| t | 15 |
| n | 1.519 |
| R1a | 220 |
| R2a | -117.68 |
| R1b | -113.12 |
| R2b | -17.832 |
| R1非球面タイプ | ST2 |
| R2非球面タイプ | ST2 |
| R1側 kyu | 0.000 |
| タイプST2 B4u | $-1.190 \cdot 10^{-6}$ |
| 非球面係数B6u | $3.185 \cdot 10^{-10}$ |
| B8u | $-2.937 \cdot 10^{-14}$ |
| B10u | $3.243 \cdot 10^{-19}$ |
| kyl | 対称 |
| B4l | 対称 |
| B6l | 対称 |
| B8l | 対称 |
| B10l | 対称 |
| D2u | $-4.830 \cdot 10^{-4}$ |
| D4u | $1.821 \cdot 10^{-7}$ |
| D6u | $-1.023 \cdot 10^{-10}$ |
| D8u | $7.237 \cdot 10^{-14}$ |
| D2l | $-7.016 \cdot 10^{-4}$ |
| D4l | $3.641 \cdot 10^{-7}$ |
| D6l | $-1.035 \cdot 10^{-11}$ |
| D8l | $-7.659 \cdot 10^{-14}$ |
| D10l | $2.035 \cdot 10^{-17}$ |
| R2側 kyu | 0.000 |
| タイプST2 B4u | $-5.235 \cdot 10^{-7}$ |
| 非球面係数B6u | $-8.617 \cdot 10^{-11}$ |
| B8u | $1.843 \cdot 10^{-14}$ |
| B10u | $8.481 \cdot 10^{-18}$ |
| kyl | 対称 |
| B4l | 対称 |
| B6l | 対称 |
| B8l | 対称 |
| B10l | 対称 |
| D2u | $4.596 \cdot 10^{-5}$ |
| D4u | $-7.121 \cdot 10^{-8}$ |
| D6u | $1.739 \cdot 10^{-11}$ |
| D8u | $-4.303 \cdot 10^{-5}$ |
| D2l | $1.199 \cdot 10^{-5}$ |
| D4l | $-5.997 \cdot 10^{-8}$ |
| D6l | $-1.770 \cdot 10^{-12}$ |
| D8l | $2.185 \cdot 10^{-14}$ |

| | |
|--------------|-------------------------|
| D101 | $-9.255 \cdot 10^{-18}$ |
| D1/f | 0.267 |
| t/D1 | 0.375 |
| (-R1a / R2a) | 1.869 |
| R1b / R2b | 6.344 |
| t / f | 0.100 |
| (-R2b / f) | 0.119 |

f θ レンズの主走査面内の焦点距離 f 150.00

β 副走査面内の横倍率 -3.12

【0031】なお、第7実施例は母線形状が光軸に対して非対称な例である。また、第8実施例は両側の面の子線断面の曲率半径が変化する例であり、特に両面とも光軸から離れるに従ってその曲率半径が小さくなるように設定することにより、レンズ周辺部の副走査方向の主平面位置を被走査面側に設定でき、副走査方向の射出Fナンバーを一定にすることができ、更なるスポット径の均一性を得ることが可能となる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光走査光学装置は、1枚のプラスチックレンズによる低屈折率の結像手段を使用しても、設計上、製作上、環境変動に影響されず、高性能でかつ低コスト性とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の主走査断面の光学配置図である。

【図2】副走査断面の光学配置図である。

【図3】タイプTの場合の母線形状の説明図である。

【図4】タイプST2の場合の母線形状の説明図である。

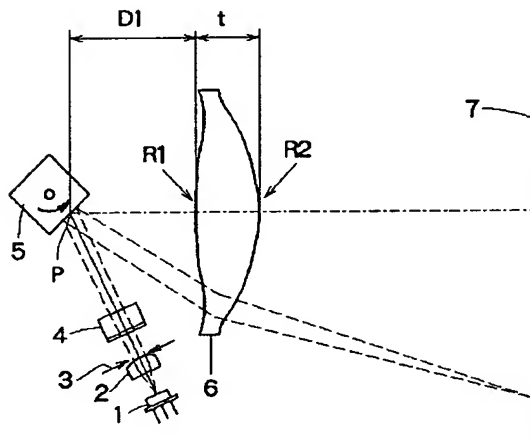
【図5】像面湾曲量の特性図である。

【図6】f θ 特性（歪曲収差）の特性図である。

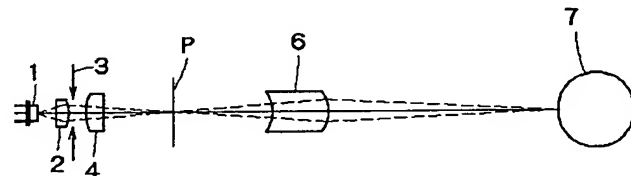
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 コリメーターレンズ
- 3 開口絞り
- 4 シリンドリカルレンズ
- 5 回転多面鏡
- 6 f θ レンズ
- 7 被走査面

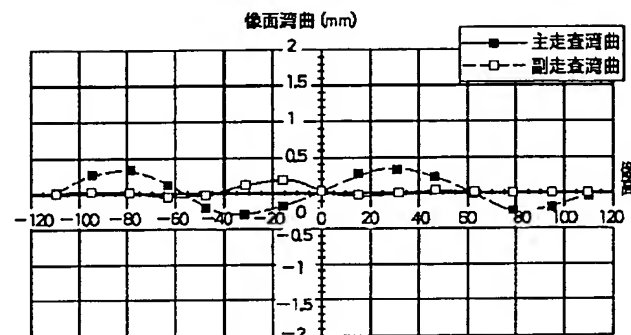
【図1】



【図2】

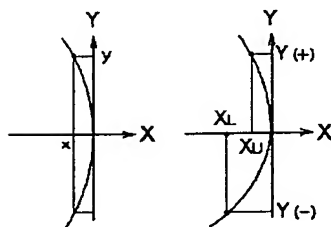


【図5】

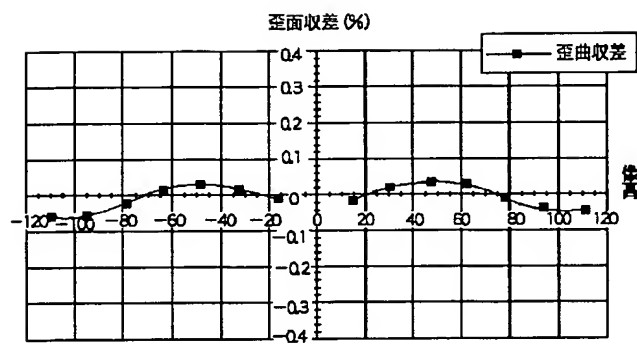


【図3】

【図4】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.